

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09217142
PUBLICATION DATE : 19-08-97

APPLICATION DATE : 13-02-96
APPLICATION NUMBER : 08050844

APPLICANT : SENSHIYUU:KK;

INVENTOR : KUMAZAWA KENICHI;

INT.CL. : C22C 37/00 C22C 37/04

TITLE : SPHEROIDAL GRAPHITE CAST IRON EXCELLENT IN VIBRATION DAMPING CAPACITY

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a spheroidal graphite cast iron excellent in strength and vibration damping capacity by forming spheroidal graphite, crystallized in a matrix of a surface layer part, so that it has rugged outside peripheral surface, incorporating many fine voids, and also allowing the spheroidal graphite to appear at the surface.

SOLUTION: In a spheroidal graphite cast iron, spheroidal graphite crystallized in the matrix of a surface layer part is formed so that its outside peripheral surface has a rugged shape. Further, many fine voids are formed in the inner part and outside peripheral part of this spheroidal graphite cast iron, and also this crystallized spheroidal graphite is allowed to appear at the surface. At that time, it is preferable that the matrix of this surface layer part is formed of ferrite, pearlite, or bainite. This spheroidal graphite cast iron can be obtained by subjecting a spheroidal graphite cast iron, containing, e.g. about 2.5-4.0% C, about 2.0-3.5% Si, about 0.02-0.08% Mg, etc., to casting, to a repetition, two or more times, of annealing treatment consisting of heating and holding at about 750-1,100°C and cooling down to a temp. not higher than the eutectoid transformation point, and then to processing to allow the spheroidal graphite to appear at the surface.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-217142

(43)公開日 平成9年(1997)8月19日

| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|--------|---------------|--------|
| C 2 2 C 37/00 | | | C 2 2 C 37/00 | D |
| 37/04 | | | 37/04 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-50844

(22)出願日 平成8年(1996)2月13日

(71)出願人 591090127

株式会社センシュー

大阪府岸和田市臨海町20-1

(72)発明者 長井 泰生

大阪府岸和田市臨海町20-1 株式会社センシュー内

(72)発明者 熊沢 研一

大阪府岸和田市臨海町20-1 株式会社センシュー内

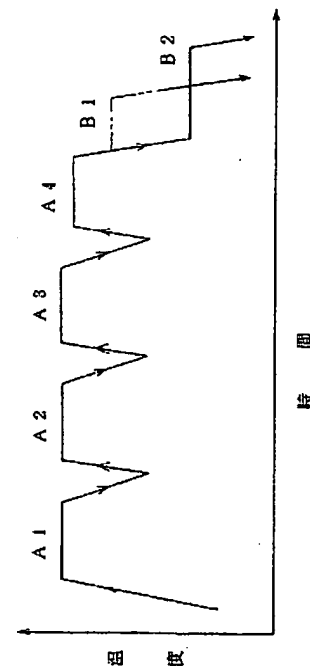
(74)代理人 弁理士 安田 敏雄

(54)【発明の名称】 振動減衰能に優れた球状黒鉛鋳鉄

(57)【要約】

【課題】 球状黒鉛鋳鉄の振動減衰能の向上を図る。

【解決手段】 表面層部の基地中に球状黒鉛が晶出し、該球状黒鉛はその外周面が凹凸状に形成されかつ球状黒鉛の内部及び外周部に多数の微細な空隙部が形成されていると共に表面に露出している球状黒鉛鋳鉄。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面層部の基地中に球状黒鉛が晶出し、該球状黒鉛はその外周面が凹凸状に形成されかつ球状黒鉛の内部及び外周部に多数の微細な空隙部が形成されていると共に表面に露出していることを特徴とする振動減衰能に優れた球状黒鉛鋳鉄。

【請求項2】 表面層部の基地がフェライト、パーライト又はベイナイトにより形成されている請求項1に記載した球状黒鉛鋳鉄。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、強度のみならず、振動減衰能に優れた球状黒鉛鋳鉄に関するものである。

【0002】

【従来の技術】球状黒鉛鋳鉄は、鑄放し状態で基地中に球状の黒鉛が晶出したものであり、黒鉛が片状に晶出した片状黒鉛鋳鉄（ねずみ鋳鉄）に比して高強度を有する。片状黒鉛鋳鉄では片状黒鉛が切欠作用を有するため、機械的性質が低下するからである。

【0003】一方、振動減衰能については、黒鉛形態が球状より片状の方が減衰能が優れるため、例えば特開昭63-210256号公報に開示されているように、振動減衰能に優れた片状黒鉛鋳鉄が各種提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】エンジンやコンプレッサのマウンティングブラケットは、強度のみならず、優れた振動減衰能が要求される。かかる部材を減衰能に優れた片状黒鉛鋳鉄により形成すると、所要の強度を満足するには部材の肉厚を大きく取る必要があり、重量や嵩が大きくなる。これでは、軽量化、小形化の要求に反するため、振動減衰能をある程度犠牲にして球状黒鉛鋳鉄が使用されているのが現状である。

【0005】本発明は、かかる問題に鑑みなされたものであって、振動減衰能に優れた球状黒鉛鋳鉄を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の球状黒鉛鋳鉄は、表面層部の基地中に球状黒鉛が晶出し、該球状黒鉛はその外周面が凹凸状に形成されかつ球状黒鉛の内部及び外周部に多数の微細な空隙部が形成されていると共に表面に露出している。このため、黒鉛と表面層部の基地との干渉作用及び黒鉛自体による振動吸収性に優れ、振動減衰能が増大する。

【0007】又、前記球状黒鉛鋳鉄における表面層部の基地をフェライト、パーライト又はベイナイトに形成すると良い。基地組織がフェライトの場合は、延性に優れた材質となり、パーライトの場合は強度と伸びのバランスの良い材質が得られる。特に、基地をベイナイト組織とすることで、高強度が得られると共に、ベイナイト特有の針状あるいは羽毛状組織により振動減衰能が更に向

上する。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の球状黒鉛鋳鉄は、表面層部の基地中に球状黒鉛が晶出している。下記熱処理により、球状黒鉛はその外周面が凹凸状に形成されかつ球状黒鉛の内部及び外周部に多数の微細な空隙部が形成される。更に、下記機械加工が施されることにより前記球状黒鉛は表面に露出している。

【0009】例えば、本発明の球状黒鉛鋳鉄の化学組成は、球状黒鉛が晶出する組成であればよく、特に限定されないが、主要元素の代表的化学組成（wt%）及び成分限定理由は下記の通りである。C：2.5～4.0%、

Si：2.0～3.5%、Mg：0.02～0.08%、残余実質的にFe。

【0010】C：2.5～4.0%

Cは黒鉛の生成のために必要であり、2.5%未満では鑄造性が低下し、凝固収縮が大きくなり、引け巣不良が増大するようになる。一方、4.0%を越えると黒鉛の球状化が困難になり、キッシュ黒鉛が発生するおそれがある。好ましい範囲は3.5～3.8%である。

【0011】Si：2.0～3.5%

Siは黒鉛の生成を促進するために必要であり、2.0%未満では遊離セメントが晶出し易くなり、一方3.5%を越えると材質が脆くなり、衝撃値が低下する。好ましい範囲は2.6～2.9%である。

Mg：0.02～0.08%

Mgは黒鉛球状化のために必要であり、0.02%未満では黒鉛の球状化が困難であり、一方0.08%を越えるとセメントが晶出するようになり、また引け巣不良やドロス不良が増大するようになる。好ましい範囲は0.025～0.050%である。

【0012】尚、不純物や黒鉛球状化阻害元素は少ない程よい。例えば、Pは球状化阻害元素ではないが、延性を著しく低下させ、材質を脆くするので0.1%以下に止めるのがよい。また、Sは黒鉛球状化を著しく阻害する元素であるため0.03%以下に止めるのがよい。Mnはパーライト安定化元素であるため、伸びの大きい材質にするためには少ない程よいが、基地を強化する場合にはある程度含有させてもよく、Mn：1.0%以下（好ましくは0.4%以下）が許容される。また、Cu、Ni、Moは黒鉛球状化阻害作用はなく、基地をパーライト組織、ベイナイト組織に変態し易くする作用を有するため基地の強化に有効であり、Cu：2.0%以下（好ましくは1.5%以下）、Ni：2.0%以下（好ましくは1.5%以下）、Mo：0.5%以下（好ましくは0.3%以下）が許容される。鋳物の肉厚が25mm以上の厚肉の場合、内部まで所期の組織を得るためには、前記Cu等の含有は特に有効である。

【0013】次に、本発明の球状黒鉛鋳鉄の製造方法について説明する。本発明の球状黒鉛鋳鉄の製造方法は、

鑄造後の球状黒鉛鑄鉄に対し、750～1100℃に加熱保持後共析変態点以下に冷却する焼鈍熱処理を2回以上繰り返した後、球状黒鉛が球状黒鉛鑄鉄の表面に露出するように機械加工が施される。上記のような焼鈍熱処理を施すため、当初の球状黒鉛の周囲に2次黒鉛が繰り返し析出、成長し、球状黒鉛の外周面が凹凸状に形成される。又、鑄鉄の成長により、黒鉛の外周部や内部に多数の空隙部が生成するようになる。この際、焼鈍温度が750℃未満では、基地中にオーステナイトが全く生成しないようになり、2次黒鉛や空隙部の生成が困難になり、1100℃を越えると、部分的に溶融が生じるようになるため好ましくない。焼鈍温度の好ましい範囲は、850～950℃である。

【0014】本発明の球状黒鉛鑄鉄を製造するには、上記化学組成の球状黒鉛鑄鉄を鑄造後、図1に記載した通り、750～1100℃に加熱保持後、共析変態点以下の温度、例えば500～600℃程度に冷却（炉冷あるいは空冷）する焼鈍熱処理を2回以上（図例ではA1、A2、A3、A4の4回）行った後、最終の焼鈍熱処理の冷却過程で、基地組織調整熱処理として、図例では焼きならし熱処理B1又はオーステンパー熱処理B2を施している。勿論、基地組織調整熱処理は最終の焼鈍熱処理後に行ってもよい。

【0015】焼鈍熱処理の回数は通常2～4回でよい。5回以上行っても振動吸収能は向上し難くなり、またコスト的に不利になるからである。1回当たりの焼鈍時間は、通常、肉厚1インチ当たり例えば0.5～3hr程度に設定すればよい。所定の温度に加熱した際、基地が均質なオーステナイトとなっても、0.5hr未満では2次黒鉛の生成、成長が過少である。一方、基地中に遊離セメントライト等が晶出した不均質なものは、均質化のためにある程度時間を要するが、3hrあれば十分であり、3hrを越えてまで保持する必要はない。

【0016】前記焼鈍熱処理のままで、基地組織はフェライト組織であり、強度がやや低いものの、延性に優れた材質となっている。最終の焼鈍熱処理後或いはその冷却過程で基地組織を調整するため、オーステンパー熱処理や焼きならし熱処理等の基地組織調整熱処理を施すことができる。勿論、基地をフェライト組織にする場合は、焼鈍熱処理後、そのまま炉冷すればよい。

【0017】基地組織調整熱処理としてオーステンパー熱処理（B2）を施すことができる。このオーステンパー熱処理により、基地がベイナイトとなり、伸びがやや劣るものの、高強度かつ優れた減衰能が得られる。例えば、焼鈍温度から230～400℃に保持した塩浴中に

焼入れし、この温度でインチ当たり1.0～3.0hr程度保持して等温変態を行わせた後、空冷すればよい。

【0018】又、前記基地組織調整熱処理としては、基地組織をパーライト組織にする場合、焼きならし熱処理（B1）を行えばよく、比較的良好な振動減衰能を有すると共に強度と伸びとがバランスするようになる。例えば、焼鈍温度からAc_m+50℃程度の750～900℃に冷却（空冷又は炉冷）し、同温度でインチ当たり0.5hr程度保持して均熱後、空冷すればよい。もっとも、組成によってはパーライト中に一部フェライトが生成した混合組織になる場合がある。

【0019】前記焼鈍熱処理或いは基地組織調整熱処理後には、砂落としや錆取りなどの錆仕上げ処理とは別に、適宜の機械加工が施される。機械加工には、適宜の切削装置や研削装置が使用でき、例えばグラインダ、旋盤、フライス盤等が使用される。この機械加工により、鑄造品の表面に形成される黒皮を除去すると共に、鑄造品の表面に前記球状黒鉛を露出させ、振動減衰能を向上させる。

【0020】本発明の球状黒鉛鑄鉄は、高強度及び高振動減衰能が要求される各種の機械構造部材の材料として好適であり、エンジンやコンプレッサのマウンティングブラケットのほか、クランクシャフト、ベアリングキャップ、デフケース、発電機ブラケット、トランスや各種音響機器の設置台等の材料として好適である。

【0021】

【実施例】以下、具体的実施例を掲げる。

(1) 先ず、下記化学組成（wt%）の片状黒鉛鑄鉄、球状黒鉛鑄鉄を鑄造した。この鑄造品を表1に記載した温度条件により熱処理を施した。熱処理を施した鑄造品の表面をグラインダーにより球状黒鉛が露出するまで研削した。尚、表中、試料No.1、No.2は従来例で、各々鑄造した片状黒鉛鑄鉄（FC250）、球状黒鉛鑄鉄（FCD450）である。又、試料No.3～No.8も従来例で、機械加工を施していないが表1の熱処理が施されている球状黒鉛鑄鉄であり、試料No.9～No.14は実施例である。

・片状黒鉛鑄鉄組成

C：3.31％、Si：1.85％、Mn：0.72％、
P：0.043％、S：0.023％、残部実質的にFe

・球状黒鉛鑄鉄組成

C：3.71％、Si：2.83％、Mn：0.28％、
P：0.031％、S：0.008％、Mg：0.041％、
残部実質的にFe

【0022】

【表1】

| 試料 No. | 焼 鈍 熱 処 理 | | | | | | | | 基地調整熱処理. | | | | 基地組織 | 機械加工 |
|-----------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|-----------|----------|--------------|----------|-------|------|
| | A 1 | | A 2 | | A 3 | | A 4 | | 焼ならし (B1) | | オーステンパー (B2) | | | |
| | 温度 ℃ | 保持 Hr | 温度 ℃ | 保持 Hr | 温度 ℃ | 保持 Hr | 温度 ℃ | 保持 Hr | 温度 ℃ | 保持 Hr | 温度 ℃ | 保持 Hr | | |
| 1 | な し | | | | | | | | な し | | | | フェライト | なし |
| 2 | な し | | | | | | | | な し | | | | フェライト | なし |
| 3 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | — | — | — | — | 350 | 1 | ペナイト | なし |
| 4 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | — | — | 350 | 1 | ペナイト | なし |
| 5 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | 350 | 1 | ペナイト | なし |
| 6 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | — | — | — | — | フェライト | なし |
| 7 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | 800 | 1 | — | — | パーライト | なし |
| 8 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | — | — | — | — | 350 | 1 | ペナイト | あり |
| 9 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | — | — | 350 | 1 | ペナイト | あり |
| 10 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | 350 | 1 | ペナイト | あり |
| 11 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | — | — | — | — | — | — | フェライト | あり |
| 12 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | 930 | 2 | 800 | 1 | — | — | パーライト | あり |

(注) 試料No. 1: 従来例 (材質FC250)、試料No. 2: 従来例 (材質FCD450)
試料No. 3~7: 従来例 (熱処理有り)、試料No. 8~12: 実施例

【0023】(2) 次に、各試料より引張試験片 (JIS 4号) 及び振動試験片 (φ30mmより削り出したもの、幅20×長さ200×厚さ4mm) を採取し、引張試験及び振動減衰試験を行った。振動減衰試験は、棒状試験片の一端を固定し、他端を電磁加振機で加振し、加振を停止した後、光学変位測定機により、試験片他端の振動振

幅を測定し、振幅減衰波形を求めた。得られた振幅減衰波形から、加振停止直前の所期振幅 A_0 と、 $A_0/3$ になる n 山目の振幅 A_n を求め、下記(1)式より減衰能 Q^{-1} を算出した。試験結果を表2に併せて示す。

【0024】

【式1】

$$Q^{-1} = - (1/\pi) \times (1/n) \times \ln (A_n/A_0) \cdots (1)$$

【表2】

【0025】

| 試料 No. | 引張強さ (N/mm^2) | 伸 び (%) | 硬 度 (Hb) | 減衰能 Q^{-1} ($\times 10^{-4}$) |
|-----------|-----------------------------|------------|-------------|--------------------------------------|
| 1 | 288 | — | 192 | 89.1 |
| 2 | 496 | 20.6 | 170 | 63.8 |
| 3 | 1078 | 10.9 | 341 | 73.6 |
| 4 | 1070 | 10.4 | 331 | 78.5 |
| 5 | 1052 | 9.8 | 331 | 84.7 |
| 6 | 428 | 26.4 | 149 | 85.0 |
| 7 | 712 | 10.4 | 248 | 80.4 |
| 8 | 1120 | 10.2 | 341 | 78.2 |
| 9 | 1096 | 10.2 | 341 | 80.4 |
| 10 | 1062 | 9.6 | 331 | 86.8 |
| 11 | 436 | 24.8 | 149 | 88.0 |
| 12 | 766 | 10.6 | 248 | 82.4 |

【0026】表2より、試料No.8~12の実施例は、片状黒鉛鑄鉄である試料No.1に比して引張強さ、伸びに優れ、かつ減衰性を有し、鑄放しの球状黒鉛鑄鉄である試料No.2に比して減衰能が20%以上大幅に向上した。しかも、基地組織調整熱処理を施した実施例はいずれも試料No.1、No.2に比して強度の向上が著しい。又、機械加工を施していない試料No.3~No.7の従来例に比して、平均3%の減衰能の向上が見られ、機械加工することにより更に振動減衰能が向上していることがわかる。

【0027】更に、実施例の試料No.8、No.9、No.10を各々比較すると、焼鈍回数が増加すると共に振動減衰能が向上している。又、実施例の試料No.9と試料No.11、試料No.10と試料No.12とを比較すると、焼鈍回数が同じでも、オーステンパー熱処理を施した試料No.9、No.10は他のものに比して高強度であり、優れた振動減衰能が維持されていることが分かる。そして、基地組織調整熱処理を施していない実施例の試料No.11は、他の実施例と比較して伸びが優れていることがわかる。

(3) そして、実施例の試料No.11から組織観察用の試験片を採取し、金属組織を光学顕微鏡により観察した。この試料No.10の実施例における表面層部の断面組織写真(100倍)を図2に示す。

【0028】図2より、ほぼ球状を呈している黒鉛が、

上記焼鈍熱処理を繰り返すことにより黒鉛の外周面が凹凸状となり、また多数の微細な空隙部(同図において、黒鉛中およびその外周部の白色部)が認められる。又、図3より、外周面が凹凸状の球状黒鉛が試料の表面層部に分散して存在し、球状黒鉛が試料表面に露出していることが認められる。

【0029】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明の球状黒鉛鑄鉄は、外周面が凹凸状に形成されかつ球状黒鉛の内部及び外周部に多数の微細な空隙部が形成されている球状黒鉛が表面に露出しているので、黒鉛と表面層部の基地との干渉作用及び黒鉛自体による振動吸収性に優れ、振動減衰能を増大することができる。

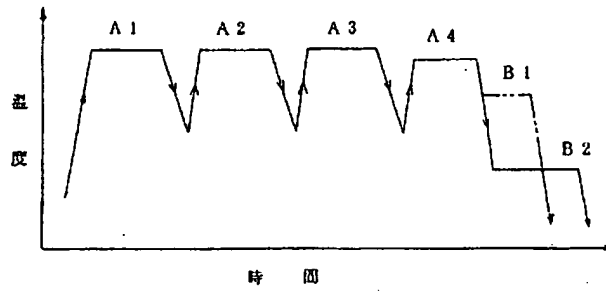
【0030】又、前記球状黒鉛鑄鉄における表面層部の基地をフェライト、パーライト又はベイナイトに形成するので、優れた伸びや強度を有する材質が得られる。特に、基地をベイナイト組織とすることで、高強度が得られると共にベイナイト特有の針状あるいは羽毛状組織により振動減衰能が更に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる熱処理線図である。

【図2】実施例の球状黒鉛鑄鉄の断面組織図面代用写真である。

【図1】



【図2】

図面代用写真

